



华夏英才基金学术文库

曹小红 主编

食品安全与卫生



科学出版社

www.sciencep.com



华夏英才基金学术文库

食品安全与卫生

主 编 曹小红

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书由食品的生物性污染、化学污染和食品加工技术、食物中毒、食品安全检测技术、食品毒理学评价、食品安全的控制措施及相关法规七部分组成。以食品安全全程控制理念为指针,对食品的原料生产、加工储运、消费等环节可能涉及的污染进行了较为详细的分析,并对食品安全检测技术、食品安全评价方法与控制措施及相关法规进行了系统论述。

本书取材广泛、涉及面广,集科学性、实用性于一体,既包括食品安全主要问题的基础知识,又包括食品安全方面的检测方法及相关学科发展的前沿动态,既可作为食品质量与安全、食品科学与工程等相关专业的教材,也可作为在上述领域从事生产、科研及管理人士的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

食品安全与卫生/曹小红主编. —北京:科学出版社,2006

ISBN 7-03-017325-2

I. 食… II. 曹… III. 食品卫生 IV. R155

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第054211号

责任编辑:康 蕾 王 晖 / 责任校对:钟 洋

责任印制:刘士平 / 封面设计:黄 超

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年7月第 一 版 开本:720×1000 B5

2006年7月第一次印刷 印张:29

印数:1—2 000 字数:572 000

定价:69.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

《食品安全与卫生》编写人员

主 编 曹小红

副主编 陈锦英

主要编委 (以姓氏笔画为序)

王 硕(天津科技大学) 田庆伟(天津医科大学)

刘金福(天津农学院) 张坤生(天津商学院)

陈锦英(天津医科大学) 胡 滨(河北工业大学)

曹小红(天津科技大学)

前 言

食品安全问题在 21 世纪的今天已经成为全世界关注的重大问题,并且直接对国家的经济发展和消费者的身体健康产生了重大的影响,从某种意义上讲也是国家安全问题的一部分。

食品安全的管理与控制是一个系统工程,需要伦理道德观念的教育,社会诚信体制的建设,生产技术与管理水平的提高,国家标准与检测技术的完善等一系列问题的解决。为了尽快完善我国的食品安全体系,需要从多方面去努力,首先是体制的改革,之后是社会宣传、技术研究、人才培养等工作的完成。在国内,近几年对于食品安全的问题无论在国家的行政管理,还是在企业的生产销售、大专院校的研究与教育等方面均做了大量的工作,取得了初步的成效。

为了普及教育,提高技术与认知水平,各大专院校也出版了一些相关的著作与教材。本书的主要编委均是长期从事与食品安全与卫生相关的教学和科学研究工作的教授与专家,他们有丰富的教学经验与研究经历。为了将他们的宝贵财富让更多的同行与学生分享,提高我们的研究与教学水平,同时也为了使我国的食品安全问题尽快得以解决,使我国的食品产业走向世界,我们组织天津市各大专院校的教授与专家在 2004 年底开始着手编写本教材。本教材在天津市“十五”教材专项中得以立项,特别是在中共中央统战部、天津市委统战部、市教卫工委、天津科技大学党委的大力支持下,得到了“华夏英才基金”的资助,同时也得到了科学出版社的出版许可,在此一并表示感谢。经过一年多的努力,从大纲编写到整体书稿完成的过程中,编委们在大量调研的基础上,借鉴了国内外食品安全领域的著作与资料,将他们教学与科研工作中的宝贵经验融入到教材中,为此他们付出了辛勤的汗水,因此,这本教材的问世是各编委共同努力的结果。

由于我们水平有限,编写过程仓促,加上目前食品卫生与安全的系统研究成果还较缺乏,本教材可能存在许多错误及不足之处,欢迎广大同行与读者批评指正。

曹小红

2006 年 5 月于天津

目 录

第一部分 生物污染与食品安全

前言

第一章 细菌和真菌学概要	(3)
第一节 细菌的形态与结构	(3)
第二节 真菌的形态与结构	(13)
第三节 细菌和真菌的生长繁殖	(14)
第四节 微生物的营养	(20)
第五节 细菌和真菌的新陈代谢	(21)
第六节 细菌和真菌的致病性	(27)
第七节 人体正常菌群和条件致病菌	(31)
第八节 消毒与灭菌	(34)
第九节 微生物的分类和鉴定	(41)
第二章 病毒对食品安全的影响	(44)
第一节 概述	(44)
第二节 急性胃肠炎病毒	(44)
第三节 肝炎病毒	(57)
第四节 汉坦病毒	(63)
第五节 其他病毒	(66)
第三章 食品腐败与食品安全	(68)
第一节 食品腐败变质的定义	(68)
第二节 食品腐败变质的化学过程	(70)
第三节 食品腐败变质的鉴定	(73)
第四节 腐败的影响因素	(79)
第五节 防止食品腐败变质的措施	(82)
第四章 食源性病原微生物对食品的污染	(95)
第一节 几类食品中的菌相	(95)
第二节 食品污染	(103)
第三节 食源性疾病	(111)

第四节	常见食源性病原菌各论	(114)
第二部分 化学污染与食品安全		
第五章	环境污染与食品安全	(147)
第一节	概述	(147)
第二节	大气污染与食品安全	(149)
第三节	水体污染与食品安全	(154)
第四节	土壤污染与食品安全	(157)
第五节	其他环境污染与食品安全	(162)
第六章	农药、兽药残留与食品安全	(167)
第一节	农药残留与食品安全	(167)
第二节	兽药残留与食品安全	(172)
第七章	食品添加剂与食品安全	(177)
第一节	食品添加剂的定义、分类	(177)
第二节	食品添加剂的安全使用	(178)
第三部分 食品加工技术与食品安全		
第八章	食品生产原料与食品安全	(189)
第一节	食品生产原料的选择和采购	(189)
第二节	食品原料的运输和贮存	(193)
第九章	食品加工环境与食品安全	(196)
第一节	食品企业的建筑和卫生设施	(196)
第二节	食品企业的卫生管理	(201)
第十章	食品加工保藏对食品安全的影响	(207)
第一节	食品生产过程的卫生要求	(207)
第二节	食品保藏技术与食品安全	(209)
第十一章	食品包装材料与食品安全	(230)
第一节	食品包装的安全性要求	(230)
第二节	食品包装材料的安全性	(233)
第三节	食品包装材料的痕量污染物和化学污染物摄入量评估	(247)
第四部分 食物中毒		
第十二章	细菌性食物中毒	(253)
第一节	概述	(253)
第二节	沙门菌食物中毒	(256)
第三节	致泻性大肠埃希菌食物中毒	(261)
第四节	副溶血性弧菌食物中毒	(265)

第五节	葡萄球菌食物中毒	(269)
第六节	肉毒梭菌食物中毒	(272)
第七节	李斯特菌食物中毒	(275)
第十三章	真菌及真菌毒素食物中毒	(279)
第一节	概述	(279)
第二节	霉变谷物中毒	(285)
第三节	霉变甘蔗中毒	(287)
第四节	毒蘑菇中毒	(289)
第十四章	动物和植物性食物中毒	(293)
第一节	河豚鱼中毒	(295)
第二节	发芽马铃薯中毒	(297)
第十五章	化学性食物中毒	(299)
第一节	概述	(299)
第二节	亚硝酸盐中毒	(300)
第三节	甲醇中毒	(302)

第五部分 食品安全检测技术

第十六章	食品中有害化学物质检测技术概论	(307)
第十七章	食品中农药和兽药残留的检测技术	(322)
第十八章	食品中生物毒素的检测技术	(328)
第十九章	重金属及其他有害物质的检测	(339)
第二十章	转基因食品检测技术	(343)

第六部分 食品安全性毒理学评价

第二十一章	毒理学基础	(353)
第一节	毒理学基本概念	(353)
第二节	食品中外来化学物在机体内的处置过程	(362)
第三节	毒理学的基本研究对象及方法	(367)
第二十二章	我国现行的食品安全性毒理学评价程序	(375)
第二十三章	食品安全性毒理学评价常用试验	(382)

第七部分 食品安全的控制措施及相关法规

第二十四章	食品安全性的控制	(401)
第一节	食品安全性的监控	(401)
第二节	食品安全性的必要对策	(404)

第二十五章 HACCP 与食品质量和安全	(407)
第一节 概述	(407)
第二节 危害分析的重要性及其在 HACCP 系统中的控制	(412)
第三节 HACCP 计划的实施过程及监控系统	(415)
第四节 HACCP 体系的审核和认证	(418)
第二十六章 GMP 对食品安全和质量的控制	(423)
第一节 GMP 对食品安全和质量的控制	(423)
第二节 食品良好操作规范的主要内容	(426)
第二十七章 ISO 质量保证体系与 ISO14000 环境管理体系	(435)
第一节 ISO9000 及其发展	(435)
第二节 ISO14000 及其发展	(447)
第三节 食品安全相关的部分法规	(452)

第一部分
生物污染与食品安全

第一章 细菌和真菌学概要

微生物通过浸染和毁坏动、植物,破坏食品资源,污染食品,导致人类患各种各样的食源性疾病。如果人们研究与自然界中动植物食品相关的微生物类型,就可以预测在食品中可能会存在的微生物类型、未处理的食物中可能存在的微生物类型、加工过程中的食品中微生物的数量和种类等所带来的食品安全性问题。与食品生物污染和导致食物中毒密切相关的微生物是真菌和细菌。本章就细菌和真菌的基本知识和相关知识作简要介绍。本章所指微生物亦为这两类微生物。

第一节 细菌的形态与结构

细菌属于原核细胞型微生物。它们体积微小,结构简单,具有细胞结构,无核膜,除核糖体外无其他细胞器,以二分裂方式繁殖,是能在人工培养基上生长的单细胞生物。各种细菌在一定的环境条件下,有相对恒定的形态与结构,这与细菌的分类、染色性、致病性、免疫性等均有十分密切的联系。因此,了解细菌的形态结构有助于鉴定细菌、诊断和治疗疾病。

细菌的个体形态指细菌在适宜的生长繁殖条件下所显示的形态。不同种类的细菌形态各异,主要表现为球形、杆状、弯曲形,从而将细菌分为球菌、杆菌和螺旋菌。

细菌的细胞结构包括一般结构和特殊结构。一般结构指各种细菌都具有的细胞结构,包括细胞壁、细胞膜、细胞质和核质。特殊结构指某些细菌具有的结构,包括荚膜、鞭毛、菌毛和芽孢等(图 1-1)。

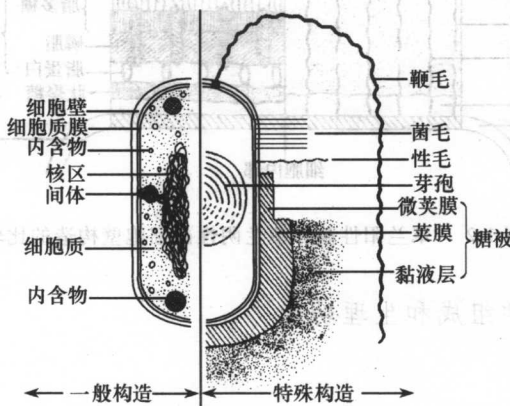


图 1-1 细菌细胞结构模式图

一、细胞壁

细胞壁是位于细菌细胞最外层的、质地坚韧而有弹性的膜状结构。细菌依革兰染色的结果不同分为革兰阳性菌(G^+)和革兰阴性菌(G^-)两大类。染色结果不同是由于两类细菌细胞壁的结构和组成不同(表 1-1)。革兰阳性细菌和革兰阴性细菌的细胞壁结构和成分间的显著差别不仅反映在染色反应上,更反映在一系列生理、生化、遗传、免疫、生态、药物敏感性和致病性等方面的差别上,这些差别对细菌的分类鉴定、科学研究和实际应用都十分重要。两类细菌细胞壁构造比较见图 1-2。

表 1-1 革兰阳性菌和革兰阴性菌细胞壁成分的比较

成分	占细胞壁干重的百分比	
	革兰阳性菌	革兰阴性菌
肽聚糖	含量很高(50~90)	含量很低(~10)
磷壁酸	含量较高(<50)	无
类脂质	一般无	含量较高(~20)
蛋白质	无	含量很高(50~90)

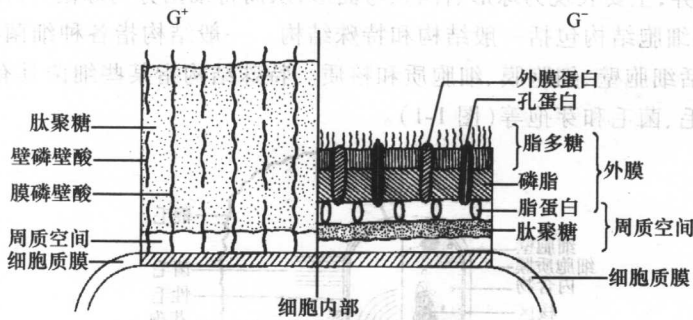


图 1-2 革兰阳性菌和革兰阴性菌细胞壁构造的比较

(一) 细胞壁化学组成和生理功能

1. 肽聚糖

肽聚糖是细菌细胞壁的主要成分,为原核生物细胞所特有。革兰阳性菌和革

兰阴性菌均含肽聚糖成分,只是含量多少、肽链性质和连接方式有差别。

肽聚糖网状结构坚韧而富弹性,可维持细菌外形并保护细菌,使其能在比菌体内渗透压低得多的外界环境中生长,因此,凡能破坏肽聚糖结构或抑制其合成的药物均可使细菌死亡。如溶菌酶能切断 *N*-乙酰葡糖胺与 *N*-乙酰胞壁酸之间的 β -1,4 糖苷键,从而破坏聚糖骨架,引起细菌裂解。青霉素则能抑制转肽酶的活性,干扰五肽交联桥最后一个甘氨酸与四肽侧链第 4 位的 *D*-丙氨酸之间肽键的转肽反应,影响其连接,使细菌不能合成完整的细胞壁。杆菌肽、头孢菌素 C、环丝氨酸、万古霉素等的抗菌作用也是从不同环节抑制细菌细胞壁肽聚糖的合成。

2. 磷壁酸

磷壁酸是革兰阳性菌特有的成分。由核糖醇或甘油残基通过磷酸二酯键连接的链状结构。磷壁酸位于细胞表面,构成革兰阳性菌的重要表面抗原。磷壁酸按其结合部位的不同分为两种类型:与细胞壁相连的为壁磷壁酸,与细胞膜相连的为膜磷壁酸或称脂磷壁酸(lipoteichoic acid, LTA)。脂磷壁酸与 M 蛋白(某些革兰阳性菌细胞壁表面一种特殊的表面蛋白)相连,穿过肽聚糖层形成菌毛样结构,能黏附于动物细胞表面,与细菌的致病性有关。磷壁酸能结合镁离子,是细胞获取镁离子的一种方式。与外膜相似,磷壁酸具有通透性屏障功能,能选择性地阻止有害物质进入菌体。

3. 外膜

外膜是革兰阴性菌特有成分,为不对称脂质双层结构。外膜包括脂蛋白、脂质双层、脂多糖三层聚合物。

(1) 脂蛋白 位于肽聚糖层和脂质双层之间,由类脂和五十多个氨基酸组成的蛋白质构成,脂蛋白的作用是稳定外膜,使其与肽聚糖连成一个整体。

(2) 脂质双层 为典型的磷脂双层结构,类似细胞膜。其外层磷脂多被脂多糖分子中的脂质 A 所取代。脂质 A (lipid A) 是以磷酸葡糖胺二糖为单位,通过焦磷酸酯键连接的一种糖脂聚合物,其上结合有多种长链脂肪酸,其中 β 羟基豆蔻酸是肠道杆菌共有的结构,细菌间主要差别在于所连接的脂肪酸及磷酸基团的种类不同。脂质 A 是革兰阴性菌内毒素的主要毒性成分,无种属特异性,故不同细菌产生的内毒素的毒性作用均相似。

在磷脂基质中镶嵌一些特异蛋白质称外膜蛋白(outer membrane protein, OMP), OMP 可贯穿外膜形成通道,调控糖类、氨基酸、某些离子等小分子亲水性物质的出入,而对抗生素等大分子物质的扩散则有一定的屏障作用。因此,革兰阴性菌对许多抗生素的抵抗力强于革兰阳性菌。有些 OMP 还是噬菌体、性菌毛或细菌

素的受体。

(3) 脂多糖(lipopolysaccharide, LPS) 位于细胞壁最外层,通过疏水键附着于外膜上,由脂质 A、核心多糖和特异多糖三部分组成。LPS 具有毒性作用,可引起机体的发热反应等,亦称内毒素(endotoxin)。核心多糖位于脂质 A 的外层,由庚糖、半乳糖、2-酮基-3-脱氧辛酸(2-keto-3-deoxyoctonic acid, KDO)等组成,通过 KDO 与脂质 A 共价连接。革兰阴性杆菌的核心多糖基本相似,故为肠道杆菌的共同抗原。特异多糖,即革兰阴性菌的菌体抗原(O 抗原),位于 LPS 分子的最外层,是由若干单糖组成的低聚糖重复单位所构成的多糖链。特异多糖是 LPS 中最易发生变化的部分,其多样性决定了不同革兰阴性菌的抗原特性。有种或型的特异性,可用于鉴别革兰阴性杆菌。

奈瑟菌和流感嗜血杆菌等由较短的分枝状葡聚糖组成糖脂,这些较小的糖脂类似缺失 O 抗原的 LPS 的 R 型结构,称为脂寡糖(lipooigosaccharide, LOS)。LOS 由脂质 A 和核心多糖组成,类似 LPS,具有内毒素功能。LOS 的抗原表位模拟细胞表面结构,能逃逸宿主的免疫应答。

4. 周浆间隙

周浆间隙是介于革兰阴性菌细胞膜与细胞壁外膜之间的空隙,占细胞体积的 20%~40%,内含肽聚糖层及多种蛋白质(结合蛋白、水解酶、解毒酶等),在营养物质的转运、解毒等方面发挥重要作用。

革兰阳性菌的细胞壁较厚,可多达五十层,结构较简单,主要由肽聚糖和磷壁酸组成。革兰阴性菌细胞壁较薄,但结构较复杂,在两层肽聚糖层外有外膜包绕。细胞壁结构的差异造成这两类细菌有明显的差别,如革兰阳性菌的菌体抗原是位于细胞壁表面的磷壁酸,而革兰阴性菌脂多糖最外层的特异多糖则是其 O 抗原;革兰阴性菌的 LPS 具有致病作用,革兰阳性菌的致病物质主要是脂磷壁酸和外毒素。

细胞壁坚韧而富有弹性,可维持细菌固有的形态,在胞质内蓄积高浓度的营养物质,使细菌细胞不变形、不破裂,能在相对低渗的条件下生存。细胞壁上有许多小孔,允许部分水溶性小分子通过。某些外膜蛋白还参与特殊物质的扩散过程。革兰阳性菌细胞壁中的磷壁酸、革兰阴性菌的特异多糖均是重要的表面抗原,与血清学分类有关。脂质 A 为内毒素的主要组分,LTA 可介导细菌与宿主细胞的黏附,某些表面蛋白还具有抗吞噬作用等,这些均与细菌的致病性有关。

(二) 细胞壁缺陷细菌

细菌细胞壁肽聚糖结构遭到破坏或其合成受到抑制,成为无细胞壁或仅有少

量细胞壁成分的细菌,称为细胞壁缺陷细菌。

1. 原生质体

用溶菌酶、青霉素等处理革兰阳性菌,可破坏其细胞壁,产生细胞壁几乎完全缺失的菌体,即原生质体。原生质体呈球形,对渗透压、离心、振荡等均很敏感,只有在高渗环境中才能生存。

2. 原生质球

用相同方法处理革兰阴性菌,由于其胞壁中肽聚糖含量少,且有外膜、脂蛋白、LPS等多层保护,因此,产生仍有胞壁残存结构的菌体即原生质球。因革兰阴性菌胞质内渗透压低于革兰阳性菌,故原生质球对低渗等外环境的抵抗力高于原生质体。

3. 细菌 L 型

细菌 L 型专指实验室或宿主体内通过自发突变而形成的细胞壁缺损菌株。在许多球菌、杆菌、弧菌中都发现有细菌 L 型。在临床医学上,细菌 L 型仍有致病力,可引起肾盂肾炎、骨髓炎、心内膜炎等。这类变异株往往产生于抗生素治疗过程中,一旦形成则使对影响胞壁成分的抗生素失去作用,常造成慢性持续性感染。由于细菌 L 型在普通培养条件下无法生长,故常规细菌学检查多为阴性。

二、细 胞 膜

细胞膜又称质膜,位于细胞壁内侧,直接包裹细胞质,厚 5~10nm。

细胞膜主要为磷脂和蛋白质,原核生物与真核生物细胞膜不同的是不含固醇类物质。磷脂分子双层平行排列作为基本骨架,其间镶嵌有多种蛋白质,多为各种酶类和载体蛋白。脂质双层呈液态,镶嵌于其中的蛋白质可自由移动,从而可以完成某些功能而不破坏膜结构,这种独特的结构排列又称液态镶嵌模式。

细胞膜的主要生理功能为选择性地控制细胞内外营养物质和代谢产物的运送,是细胞的产能基地,是合成细胞壁和糖被有关成分的重要场所,为鞭毛基体的着生部位并提供鞭毛旋转运动所需能量等。

三、细 胞 质

细胞质由细胞膜包绕,呈半透明溶胶状态,其组成中约 80% 为水,还有蛋白质、脂质、核酸及少量糖类和无机盐。其中核酸主要是 RNA,占菌体固体成分的

15%~20%，生长旺盛的幼龄菌含量更高。细胞质是细菌的内在环境，是细菌合成蛋白质、核酸的场所，也是许多酶系反应的场所。细胞质中还含有核糖体、质粒、内含物等重要的微细结构。

(一) 核糖体

核糖体是游离于细胞质中、由 RNA 和蛋白质组成的颗粒状结构，为细菌合成蛋白质的场所。细菌的核糖体较小且较为疏松，沉降系数为 70S，由 50S 和 30S 的大小两个亚基组成；真核细胞核糖体沉降系数为 80S，由 60S 和 40S 两个亚基组成。

细菌核糖体常是抗菌药物选择作用的靶子。链霉素、庆大霉素作用于 30S 小亚基，氯霉素和红霉素则作用于 50S 大亚基，从而干扰细菌蛋白质的合成。真核生物与原核生物核糖体的不同，这些抗生素能杀死细菌却不会影响人体细胞。

(二) 质粒

质粒是染色体以外的遗传物质，为闭合环状双链 DNA，携带 5~100 个基因，可独立复制，编码决定细菌的耐药性、毒素和性菌毛产生等性状。在自然条件下，质粒能通过接合作用将某些遗传性状传递给另一细菌，因而与细菌的遗传变异密切相关，在基因工程中有重要应用。常见和重要的质粒有如下几种。

1. F 质粒

F 质粒又称性因子，在大肠杆菌、假单胞菌属、奈瑟菌属、链球菌属等细菌中都能找到，携带有为性菌毛编码的基因。

2. R 质粒

R 质粒主要存在在痢疾志贺菌中，还能被传递到其他肠道细菌中。携带有抗多种药物的抗性基因，可引起致病菌对多种抗生素的抗性，对传染病防治等医疗实践有极大危害。

3. Col 质粒

Col 质粒又称大肠杆菌素质粒或产大肠杆菌素因子 (colicinogenic factor, Col factor)，为大肠杆菌素编码。大肠杆菌素又称细菌素，是一类由大肠杆菌某些菌株产生，具有专一杀死其他肠道菌或同种其他菌株的能力。